



بررسی رفتار غیر خطی برج‌های خنک کننده بتنی تحت اثر بار باد

سعید صبوری^۱، سید پیمان موسوی قیه قشلاقی^۲، بهنام سعادت^۳

۱، ۲، ۳- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

p_moosavi@sina.kntu.ac.ir

خلاصه

یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار در طراحی برج‌های خنک کننده بتنی، بار باد می‌باشد. برای مشاهده رفتار نهایی برج های خنک کننده بیشتر سعی می‌گردد تا برج را تحت بارگذاری های فراتر از حد سرویس قرار داده و میزان مقاومت نهایی برج و چگونگی رفتار سازه در حالت غیر خطی را بررسی نمایند. به این دلیل آنالیزهای استاتیکی افزایشی با در نظر گرفتن ویژگی‌های غیر خطی سازه بر روی آن انجام می‌گیرد. در این مقاله، یک برج خنک کننده، همزمان تحت بارهای وزن و باد قرار داده شده است. بار باد به تدریج افزایش داده شده و رفتار سازه تا هنگام گسیختگی به صورت لحظه به لحظه مورد بررسی قرار گرفته است. آنالیزها توسط نرم افزار ABAQUS انجام گرفته و هر دو نوع غیرخطی شدن های مصالح و هندسی منظور شده اند. در نهایت نتایج مربوط به مقادیر و نحوه توزیع تنش ها در سطح پوسته، نواحی تسلیم آرماتورها، نقاط آسیب دیدگی و مقدار آنها و همچنین تغییر شکل های ماندگار ارائه شده است.

کلمات کلیدی: برج های خنک کننده بتنی، بار باد، مدل پلاستیسیته آسیب دیده بتن، ترک خوردگی

۱- مقدمه

برج های خنک کن بتنی از سازه های بسیار مهم و برجسته در مهندسی عمران به شمار می آیند، که به دلیل حساسیت زیادی که در مقوله طراحی این برجها وجود دارد محاسبات دقیقی را می طلبند. با این حال به دلیل ابعاد بزرگ این سازه ها مدلسازی و مطالعه دقیق رفتار آنها در مقیاس آزمایشگاهی امکان پذیر نمی باشد و برای مطالعه رفتار این سازه ها باید از روش های عددی بهره گرفت.

مطالعاتی که تاکنون بر روی برج های خنک کننده انجام گرفته حاکی از این مطلب است که یکی از عوامل اصلی ایجاد گسیختگی در سازه رسیدن سازه به مقدار مقاومت نهایی خود تحت اثر بار باد می باشد. اصلی ترین بخش این استنتاج از مطالعات منگ^۴ و همکارانش در سال ۱۹۸۳ بر روی یک برج که تحت اثر دو نوع آنالیز متفاوت یکی کماتش خطی و دیگری استاتیکی غیرخطی تحت اثر بار باد انجام گرفته بود بدست آمده است [۲]. آنان بدین نتیجه رسیدند که مقدار ضریب بار نهایی به دست آمده از آنالیز غیرخطی به طور چشمگیری کمتر از آن مقداری است که از آنالیز کماتشی به دست می آید. یعنی سازه قبل از اینکه دچار کماتش گردد به مقدار مقاومت نهایی اش رسیده و گسیختگی در آن رخ می دهد. بنابراین جهت مطالعه رفتار نهایی برج و بدست آوردن مقاومت نهایی از یک آنالیز استاتیکی افزایشی با الگوی بار باد استفاده می گردد. مطالعه رفتار غیرخطی برج های خنک کن نیازمند در نظر گرفتن آثار غیرخطی هندسی و غیر خطی مصالح در فرآیند انجام آنالیز می باشد.

جهت بررسی رفتار غیرخطی مصالح باید الگوی رفتاری مناسبی برای مصالح بتن، فولاد و اندرکنش بین این دو مصالح تعریف گردد تا بتوان اثر عوامل مختلف موثر بر سازه اعم از روابط غیرخطی بین تنش- کرنش بتن، ترک های کششی موجود در بتن، ناحیه مهاری بین بتن و فولاد با در نظر گرفتن اثر سخت شوندگی کششی^۵ و رفتار غیر خطی تنش-کرنش برای فولاد را مدنظر قرار دهد. الگوهای رفتاری که در سال های گذشته برای مصالح بتن پیشنهاد می گردیدند همه الگوهای بودند که بر مبنای رفتار خمیری صرف قرار داشتند. در حالی که مدلهایی که امروزه برای بتن پیشنهاد می گردند بر مبنای الگوی خمیری-آسیب^۶ قرار دارند. یعنی اینکه رفتار غیرخطی بتن را جدا از مقوله آسیب های بوجود آمده در بتن نمی دانند و اثر هر دوی آنها را در

۱ دانشیار دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

۲ کارشناس ارشد سازه، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

۳ دکترای سازه، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران